

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 195 00 706 A 1

51 Int. Cl.⁸:
F 16 K 31/02
F 02 M 51/08

21 Aktenzeichen: 195 00 706.9
22 Anmeldetag: 12. 1. 95
43 Offenlegungstag: 18. 7. 98

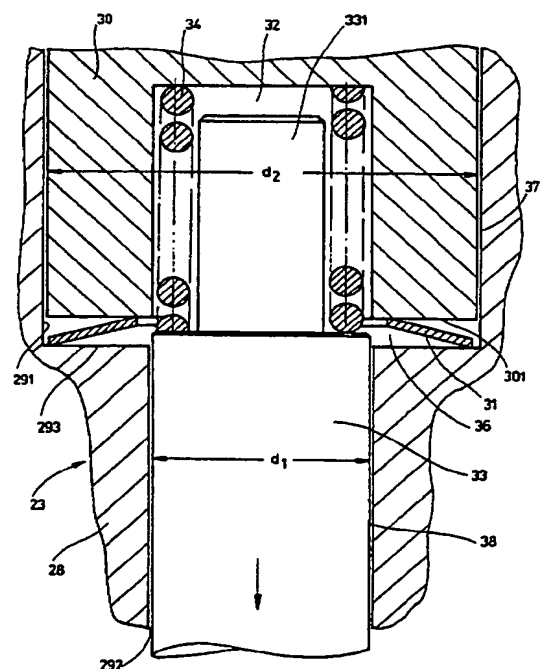
DE 195 00 706 A 1

71 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:
Auwaerter, Gerhard, 70599 Stuttgart, DE; Itoh,
Katsuoki, Dipl.-Ing., 71229 Leonberg, DE; Heinz,
Rudolf, Dr. Dr.-Ing., 71272 Renningen, DE; Moser,
Winfried, Dipl.-Ing. Dr., 71642 Ludwigsburg, DE;
Franke, Christoph, Dr., 70499 Stuttgart, DE

64 Zumeßventil zur Dosierung von Flüssigkeiten oder Gasen

57 Bei einem Zumeßventil zur Dosierung von Flüssigkeiten oder Gasen, insbesondere einem Kraftstoff-Einspritzventil für Brennkraftmaschinen, mit einem hydraulischen Wegverstärker (23) zur Umsetzung des Stellwegs eines piezoelektrischen Aktors (25) in einen vergrößerten Hub der Ventilmadel (21) ist zur bauvolumenkleinen räumlichen Integration des Wegverstärkers in das Ventilgehäuse (10) bei einem sog. A-Ventil der Hubkolben (33) des Wegverstärkers (25) mit einem im Durchmesser reduzierten Endabschnitt (331) versehen, der in eine Ausnehmung (32) im Arbeitskolben (30) des Wegverstärkers (23) hineinragt. Eine in der von den Kolben (30, 33) begrenzten Verstärkammer (36) einliegende Tellerfeder (31) legt den Arbeitskolben (30) an den Aktor (25) an und eine in der Ausnehmung (32) konzentrisch zum Endabschnitt (331) angeordnete Schraubendruckfeder (34) drückt den Hubkolben (33) gegen die Ventilmadel (21) (Fig. 2).



DE 195 00 706 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 05. 98 802 029/139

13/25

Beschreibung

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Zumeßventil zur Dosierung von Flüssigkeiten oder Gasen, insbesondere von einem Einspritzventil für Kraftstoff-Einspritzsysteme von Brennkraftmaschinen, wie direkt einspritzende Dieselmotoren, der im Oberbegriff des Anspruchs 1 definierten Gattung.

Bei einem bekannten, als Einspritzventil für Kraftstoffeinspritzsysteme konzipierten Zumeßventil (DE 35 33 085 A1) ist zur Kompensation der Auswirkungen von Temperaturänderungen, Verschleiß und Fertigungstoleranzen auf den Stellweg des die Ventilmadel direkt antreibenden piezoelektrischen Aktors an dem von der Ventilmadel abgekehrten Ende des Aktors ein hydraulischer Dämpfungsraum angeordnet, der von einem mit dem Aktor fest verbundenen Dämpfungskolben begrenzt wird. Der Dämpfungsraum steht über mindestens einen Drosselspalt mit einem Ausgleichsraum in Verbindung. Das vom Dämpferraum, Drosselspalt und Ausgleichsraum zur Verfügung gestellte Volumen ist flüssigkeitsgefüllt und abgeschlossen, wobei der Systemdruck mit Hilfe eines Überströmventil geregelt wird. Durch dieses gekapselte Dämpfungssystem läßt sich ein Flüssigkeitspolster sicherstellen, das gegen kurzzeitige dynamische Druckeinflüsse, wie sie durch die Expansion des Aktors bei Anlegen einer Erregerspannung erzeugt werden, völlig inkompressibel und volumenkonstant ist. Quasistatische Vorgänge, wie Längenänderungen des Aktors durch Temperaturänderungen, Verschleiß und Fertigungstoleranzen bewirken hingegen durch Flüssigkeitsverdrängung über den Drosselspalt eine Verschiebung des Dämpfungskolbens und damit deren Kompensation, so daß dadurch der konstante Stellweg des Aktors nicht beeinflußt wird.

Aus der EP 0 477 400 A1 ist ein Wegtransformator oder Wegverstärker für ein solches Zumeßventil bekannt, der den relativ kleinen Stellweg des Aktors in einen größeren Hub der Ventilmadel umsetzt. Dabei wird die Auslenkung des Aktors über den Arbeitskolben des Wegverstärkers in die Verstärkerkammer eingeleitet und über den Hubkolben auf die Ventilmadel übertragen, die einen im Verhältnis der die Verstärkerkammer stirnseitig begrenzenden Kolbenflächen vergrößerten Hub ausführt. Zur Kompensation von Temperatureinflüssen, Verschleiß und Fertigungstoleranzen auf den Stellweg des Aktors besitzt die Hydraulikkammer ein definiertes Leck, das durch einen Ringspalt zwischen den Kolben und jeweils der Ventilgehäusewand realisiert ist und einen genügend hohen Strömungswiderstand besitzt. Das definierte Leck hat eine von der maximalen Hubzeit des Aktors abhängige Leckrate.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Zumeßventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 3 hat den Vorteil einer bauvolumenkleinen räumlichen Integration eines Wegverstärkers in ein Zumeßventil sowohl in der Bauform eines nach außen öffnenden Ventils mit außen am Gehäuse angeordnetem Ventilsitz (sog. A-Ventil) als auch in der Bauform eines nach innen öffnenden Ventils mit innen im Gehäuse angeordnetem Ventilsitz (sog. I-Ventil), die insbesondere eine kleine

Baulänge des Ventils ermöglicht. Die konstruktive Integration erfüllt dabei die Forderung nach einem schnell schließenden Ventil, wobei der Gefahr von Kavitation in der Verstärkerkammer des hydraulischen Wegverstärkers beim schnellen Schließen weitgehend begegnet wird.

Bei der konstruktiven Integration des Wegverstärkers in ein sog. A-Ventil sind Hubkolben und Ventilmadel voneinander getrennt. Zwei Druckfedern sorgen dafür, daß der Aktor, die Verstärkerkolben und die Ventilmadel spiellos aneinanderliegen und sich beim Öffnen des Zumeßventils gemeinsam bewegen. Beim Schließen trennt sich der Hubkolben von der Ventilmadel, wodurch der vorzugsweise massenkleine Hubkolben der Aktorbewegung bzw. der Bewegung des damit verbundenen Arbeitskolbens sehr schnell folgen kann und somit eine nennenswerte zeitweilige Volumenvergrößerung der Verstärkerkammer, die Ursache für Kavitationserscheinungen ist, verhindert.

Bei der konstruktiven Integration des Wegverstärkers in ein sog. I-Ventil wird die erforderliche gegenläufige Bewegung von Aktor und Ventilmadel beim Öffnen und Schließen des Zumeßventils dadurch realisiert, daß der Hubkolben Teil der Ventilmadel ist und die Verstärkerkolben konzentrisch zueinander angeordnet sind, wobei die Verstärkerkammer einen den Hubkolben umschließenden an dem vom Aktor abgekehrten Stirnende des Arbeitskolbens angeordneten Ringraum aufweist. Eine den Arbeitskolben an den Aktor anlegende Druckfeder und die Ventilschließfeder sorgen für die gemeinsame Bewegung von Aktor, Verstärkerkolben und Ventilmadel beim Öffnen und Schließen des Zumeßventils. Der Kavitationsgefahr beim schnellen Schließen des I-Ventils wird ausschließlich durch einen Überdruck in der Verstärkerkammer begegnet, der größer ist als der Dampfdruck der die Verstärkerkammer ausfüllenden Flüssigkeit.

Durch die in den weiteren Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Anspruch 1 bzw. Anspruch 3 angegebenen Zumeßventils möglich.

Bei beiden Ventiltypen des Zumeßventils lassen sich die Einflüsse von Temperaturänderungen, Verschleiß und Fertigungstoleranzen auf den Stellweg des Aktors dadurch kompensieren, daß an den Führungsflächen der Verstärkerkolben, also einerseits zwischen den Verstärkerkolben selbst und andererseits zwischen den Verstärkerkolben und jeweils der Innenwand des Ventilgehäuses, jeweils ein flüssigkeitsgefüllter hohlzylindrischer Drosselspalt vorgesehen ist, über welche die Verstärkerkammer mit einem flüssigkeitsgefüllten Niederdruckraum in Verbindung steht. Das von der Verstärkerkammer, den Drosselspalten und dem Niederdruckraum vorgegebene Volumen ist abgeschlossen, wobei die darin befindliche Flüssigkeit unter einem Druck von ca. 2–50 bar steht.

Zeichnung

Die Erfindung ist anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt eines als A-Ventil konzipierten Kraftstoffeinspritzventils,

Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung des Ausschnitts II in Fig. 1,

Fig. 3 einen Längsschnitt eines als I-Ventil ausgebildeten Kraftstoffeinspritzventils,

Fig. 4 eine vergrößerte Darstellung des Ausschnitts IV in Fig. 3,

Fig. 5 bis 7 jeweils eine gleiche Darstellung wie in Fig. 4 eines modifizierten Kraftstoffeinspritzventils des I-Typs gemäß weiterer drei Ausführungsbeispiele.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Das in Fig. 1 im Längsschnitt skizzierte Einspritzventil für ein Kraftstoffeinspritzsystem von Brennkraftmaschinen als spezielles Ausführungsbeispiel für ein allgemeines Zumeßventil zur Dosierung von Flüssigkeiten oder Gasen weist ein Gehäuse 10 aus drei Gehäuseteilen 11, 12, 13 auf, die stirnseitig aufeinandergesetzt und durch Hülsen 15, 16 jeweils miteinander verbunden sind. Der untere Gehäuseteil 11 bildet den sog. Ventilkörper, der eine Axialbohrung 17 mit zwei Bohrungsabschnitten unterschiedlichen Durchmessers aufweist und an dessen unterem Stirnende außen am Ventilkörper 11 ein Ventilsitz 18 ausgebildet ist. Auf dem Ventilsitz 18 sitzt ein Ventilihr 19 auf und dichtet eine als Spritzloch ausgebildete, im Verlauf des Öffnungshubs des Ventilihr 19 aufsteuerbare Zumeßöffnung 20 ab, in die die Axialbohrung 17 mündet. Das Ventilihr 19 ist einstückig an einer in der Axialbohrung 17 angeordneten Ventilnadel 21 ausgebildet, die in dem durchmessergeringeren Bohrungsabschnitt der Axialbohrung 17 axial verschieblich geführt ist. Der hohlzylindrische mittlere Gehäuseteil 12 nimmt eine Ventilschließfeder 22 und einen hydraulischen Wegtransformator oder Wegverstärker 23 auf. Die als Schraubendruckfeder ausgebildete Ventilschließfeder 22 umgibt konzentrisch die auch in den mittleren Gehäuseteil 12 hineinragende Ventilnadel 21 und stützt sich einerseits an einem mit der Ventilnadel 21 fest verbundenen Federteller 24 und andererseits am Stirnende des Ventilkörpers 11 ab. Der hydraulische Wegverstärker 23, der im einzelnen noch nachfolgend beschrieben wird, verbindet die Ventilnadel 21 mit einem piezoelektrischen oder magnetostruktiven Aktor 25, der in einer sackförmigen Ausnehmung 14 im oberen Gehäuseteil 13 aufgenommen ist. Am oberen Ende des oberen Gehäuseteils 13 ist ein Anschlußstutzen 26 für eine unter Hochdruck stehende, kraftstoffgefüllte Einspritz-Druckleitung vorgesehen. Wie in Fig. 1 schematisch angedeutet ist, ist der Anschlußstutzen 26 über eine durch die Gehäuseteile 13, 12 und 11 verlaufende Verbindungsbohrung 27 mit dem durchmessergeringeren Bohrungsabschnitt der Axialbohrung 17 im unteren Gehäuseteil 11, dem sog. Ventilkörper, verbunden.

Bei unerregtem Aktor 25 wird das Ventilihr 19 an der Ventilnadel 21 auf den außen am Ventilkörper 11 die Zumeßöffnung 20 umgebenden Ventilsitz 18 aufgedrückt. Das Ventil ist geschlossen. Wird an den Aktor 25 eine Erregerspannung gelegt, so dehnt sich der Aktor 25 entsprechend der Größe der angelegten Erregerspannung um einen Stellweg aus. Dieser Stellweg wird über den Wegverstärker 23 auf die Ventilnadel 21 übertragen, die einen entsprechenden Nadelhub ausführt, der jedoch infolge der Wegtransformation oder Wegverstärkung durch den Wegverstärker 23 größer ist als der entsprechende Stellweg des Aktors 25. Das Ventilihr 19 hebt vom Ventilsitz 18 ab und gibt abhängig vom Hub der Ventilnadel 21 einen mehr oder weniger großen Zumeßquerschnitt der Zumeßöffnung 20 frei. Ein solches Einspritzventil mit nach außen öffnender Ventilnadel wird als sog. A-Ventil bezeichnet.

Der in Fig. 2 vergrößert dargestellte Wegverstärker 23 ist in einem einen Teil des Ventilgehäuses 10 bilden-

den Gehäuseeinsatz 28 angeordnet, der in den mittleren Gehäuseteil 12 eingesetzt ist und sich dort an einer Radialschulter abstützt. Der Gehäuseeinsatz 28 weist eine durchgängige koaxiale Stufenbohrung 29 mit einem durchmessergeringeren Bohrungsabschnitt 291 und einem durchmessergeringeren Bohrungsabschnitt 292 auf. In dem Bohrungsabschnitt 291 ist ein Arbeitskolben 30 axial verschieblich geführt, der von einer Tellerfeder 31, die sich einerseits an der radialen Übergangsschulter 293 zwischen den beiden Bohrungsabschnitten 291 und 292 und andererseits an der der Übergangsschulter 293 zugekehrten Stirnfläche 301 des Arbeitskolbens 30 abstützt, an den Aktuator 25 angelegt wird (Fig. 1). Der Arbeitskolben 30 weist eine von seiner Stirnfläche 301 her eingebrachte koaxiale sackartige Ausnehmung 32 auf. In dem durchmessergeringeren Bohrungsabschnitt 292 ist ein Hubkolben 33 axial verschieblich geführt, der an seinem dem Arbeitskolben 30 zugekehrten Ende einen im Durchmesser reduzierten Endabschnitt 331 trägt und mit diesem in die Ausnehmung 32 im Arbeitskolben 30 hineinragt. Eine den Endabschnitt 331 konzentrisch umgebende Schraubendruckfeder 34 stützt sich einerseits im Grunde der Ausnehmung 32 und andererseits am Hubkolben 33 ab. Diese Schraubendruckfeder 34 legt — wie aus Fig. 1 zu erkennen ist — den Hubkolben 33 an die Ventilnadel 21 an. Um die Masse des Hubkolbens 33 zu verkleinern und um die Bewegung der Ventilnadel 21 induktiv messen zu können, ist dieser in seinem vom Endabschnitt 331 abgekehrten anderen Endabschnitt im Durchmesser auf einen dünnen Betätigungsstift 35 reduziert (Fig. 1). In dem durchmessergeringeren Bohrungsabschnitt 291 wird zwischen dem Arbeitskolben 30 und dem Hubkolben 33 eine flüssigkeitsgefüllte Verstärkerkammer 36 eingeschlossen, über welche ein Stellweg des Arbeitskolbens 30 in einen vergrößerten Hub des Hubkolbens 33 transformiert wird. Ist, wie in Fig. 2 angegeben, der Durchmesser des Arbeitskolbens 30 d_2 und der Durchmesser des Hubkolbens 33 d_1 , so ist das geometrische Transformations- oder Verstärkungsverhältnis $m = (d_2/d_1)^2$.

Zwischen dem Arbeitskolben 30 und der Innenwand des Bohrungsabschnittes 291 sowie dem Hubkolben 33 und der Innenwand des Bohrungsabschnittes 292 ist jeweils ein flüssigkeitsgefüllter ringförmiger bzw. hohlzylindrischer Drosselspalt 37 bzw. 38 vorgesehen. Über diese Drosselspalte 37, 38 steht die Verstärkerkammer 36 mit einem flüssigkeitsgefüllten Niederdruckraum 39 in Verbindung, der das Innere der Gehäuseteile 12 und 13 umfaßt. Eine Radialbohrung 40 im Gehäuseeinsatz 28, die im durchmessergeringeren Bohrungsabschnitt 292 mündet, sorgt für eine Verbindung des Drosselspalt 38 mit dem Niederdruckraum 39. Das von der Verstärkerkammer 36, den Drosselspalten 37, 38 und dem Niederdruckraum 39 insgesamt eingenommene flüssigkeitsgefüllte Volumen steht unter einem Druck von 2–50 bar. Die Drosselspalte 37, 38 sind so bemessen, daß ausschließlich quasistatische Vorgänge, wie Längenänderungen des Aktors 25, der Ventilnadel 21 oder der Verstärkerkolben 30, 33 durch Temperatureinflüsse, Verschleiß und Fertigungstoleranzen, durch Flüssigkeitsverdrängung über die Drosselspalte 37, 38 eine Verschiebung der Verstärkerkolben 30, 33 bewirken und dadurch der konstante Stellweg des Aktors 25 nicht beeinflußt wird. Kurzzeitige dynamische Druckeinflüsse hingegen, wie sie durch die Expansion des Aktors 25 bei Anlegen einer Erregerspannung erzeugt werden, finden ein völlig inkompressibles und volumenkonstantes Flüssigkeitspolster in der Verstärkerkammer 36 vor, so daß

die Längenänderung des Aktors 25 entsprechend dem Verstärkungsverhältnis m auf den Hubkolben 33 und damit auf die Ventilnadel 21 übertragen wird.

In Fig. 3 ist im Längsschnitt ein Kraftstoffeinspritzventil des sog. I-Typs dargestellt, bei welchem, im Gegensatz zu dem Einspritzventil des A-Typs, der die Zumeßöffnung 20 umgebende Ventilsitz 18 innen am Ventilkörper 11 ausgebildet ist und die Ventilnadel 21 zum Öffnen des Ventils nach innen vom Ventilsitz 18 abhebt. Die Bewegungsrichtung der Ventilnadel 21 beim Öffnen und Schließen des Ventils ist also der Bewegungsrichtung der Ventilnadel 18 in Fig. 1 entgegengesetzt. Das wiederum ein aus drei Gehäuseteilen 11–13 zusammengesetztes Ventilgehäuse 10 aufweisende Einspritzventil stimmt weitgehend mit dem zu Fig. 1 beschriebenen Einspritzventil überein, so daß gleiche Bauteile mit gleichen Bezugszeichen versehen sind. Die Ventilschließfeder 22, die das Ventilielid 19 am Ende der Ventilnadel 21 auf den Ventilsitz 18 aufpreßt, ist wiederum als Schraubendruckfeder ausgebildet, die sich hier an dem mit der Ventilnadel 21 fest verbundenen Federteller 24 und an dem in den mittleren Gehäuseteil 12 eingesetzten Gehäuseeinsatz 28 abstützt, der wiederum den Wegverstärker 23' enthält. Der Wegverstärker 23' verbindet wiederum die Ventilnadel 21 mit dem piezoelektrischen (oder magnetostriktiven) Aktor 25, der bei Anlegen einer Erregerspannung sich um einen Stellweg längt und die Ventilnadel 21 um einen entsprechenden Hubweg vom Ventilsitz 18 abhebt. Durch die Zumeßöffnung 20 wird aus der kraftstoffgefüllten Axialbohrung 17 eine dem Ventilhub entsprechende Kraftstoffeinspritzmenge abgespritzt.

Zur Kopplung der gegenläufigen Bewegungen von Aktor 25 und Ventilnadel 21 beim Öffnen und Schließen des Einspritzventils ist der in Fig. 4 vergrößert dargestellte Wegverstärker 23' gegenüber dem vorstehend beschriebenen Wegverstärker modifiziert. Gleiche Bauteile sind jedoch mit gleichen Bezugszeichen versehen. Der Wegverstärker 23' weist wiederum einen Arbeitskolben 30' und einen Hubkolben 33' auf, die zwischen sich eine Verstärkerkammer 36' einschließen. Die Verstärkerkammer 36' weist dabei einen Ringraum 41 auf, der an dem vom Aktor 25 abgekehrten Ende des Arbeitskolbens 30' den Hubkolben 33' umschließt. Der Arbeitskolben 30' wird von zwei Tellerfedern 31, die sich am Gehäuseeinsatz 28 und am Arbeitskolben 30' abstützen, gegen den Aktor 25 gepreßt.

In dem in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Arbeitskolben 30' hülsenförmig oder hohlzylindrisch ausgebildet und in dem durchmessergrößeren Bohrungsabschnitt 291 des Gehäuseeinsatzes 28 axial verschieblich geführt. Der im durchmesserkleineren Bohrungsabschnitt 292 axial verschieblich geführte Hubkolben 33' ist mit seinem Endabschnitt 331' im Arbeitskolben 30' geführt, wobei der Endabschnitt 331' einen größeren Durchmesser aufweist als der sich daran fortsetzende Hubkolbenabschnitt 332'. Der erwähnte Ringraum 41 der Verstärkerkammer 36 wird damit auf seiner einen Stirnseite von dem Arbeitskolben 30' und dem Endabschnitt 331' des Hubkolbens 33' und auf seiner anderen Stirnseite von der Übergangsschulter 293 zwischen dem Bohrungsabschnitten 291, 292 im Gehäuseeinsatz 28 begrenzt. Mit den in Fig. 4 eingetragenen Durchmesserbezeichnungen d_1 für den Hubkolbenabschnitt 332', d_2 für den Endabschnitt 331' des Hubkolbens 33' und d_3 für den Außendurchmesser des Arbeitskolbens 30' ergibt sich ein Transformations- bzw. Verstärkerverhältnis $m' = d_3^2 - d_2^2 / d^2 - d_1^2$.

Wird der Aktor 25 erregt, so verschiebt er den Arbeitskolben 30' um einen Stellweg in Pfeil Richtung 43 in Fig. 4. Über den Wegverstärker 23' mit dem Verstärkungsverhältnis m' wird der Hubkolben 33' und die damit einstückige Ventilnadel 21 um einen entsprechend größeren Hub in Richtung Pfeil 44 in Fig. 4 verschoben. Damit wird die Ventilnadel 21 vom Ventilsitz 18 abgehoben und die Zumeßöffnung 20 zur Kraftstoffeinspritzung freigegeben.

Wie bei dem Wegverstärker 23 in Fig. 1 und 2 ist auch bei dem Wegverstärker 23' in Fig. 3 und 4 wiederum die Kompensation der Einflüsse von Längenänderungen des Aktors 25, der Ventilnadel 21 oder der Verstärkerkolben 30', 33' infolge Temperaturänderungen, Verschleiß und Fertigungstoleranzen vorgesehen. Hierzu sind wiederum zwischen dem Arbeitskolben 30' und der Innenwand des durchmessergrößeren Bohrungsabschnitts 291 sowie dem Hubkolben 33' und der Innenwand des durchmesserkleineren Bohrungsabschnitts 292 die hohlzylindrischen Drosselspalte 37, 38 vorgesehen, die in gleicher Weise wie in Fig. 1 die Verstärkerkammer 36 mit Ringraum 41 mit einem Niederdruckraum 39 verbinden. Zusätzlich ist zwischen den ineinander gleitenden Kolbenabschnitten von Hubkolben 33' und Arbeitskolben 30', also zwischen dem Endabschnitt 331' des Hubkolbens 33' und der Innenwand des hohlzylindrischen Arbeitskolbens 30', ein dritter hohlzylindrischer Drosselspalt 45 vorgesehen, der ebenfalls flüssigkeitsgefüllt ist und mit dem Niederdruckraum 39 in Verbindung steht. Hierzu ist in dem hohlzylindrischen Arbeitskolben 30' mindestens eine Radialbohrung 46 eingebracht, die im Innern des oberen Gehäuseteils 13, der einen Teil des Niederdruckraums 39 bildet, frei mündet. Der in Fig. 5 im Schnitt vergrößert dargestellte Wegverstärker 23' ist gegenüber dem Wegverstärker 23' in Fig. 4 insofern modifiziert, als die Ventilschließfeder 22' mit in den Wegverstärker 23' integriert ist. Hierzu ist im Innern des hohlzylindrischen Arbeitskolbens 30' eine Radialschulter 47 ausgebildet. Die wiederum als Schraubendruckfeder ausgebildete Ventilschließfeder 22' stützt sich an dieser Radialschulter 47 und an dem Endabschnitt 331' des Hubkolbens 33' und damit an der Ventilnadel 21 ab. Alle sonstigen Bauteile stimmen mit denen in Fig. 4 überein und sind mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

Der in Fig. 6 im Längsschnitt skizzierte Wegverstärker 23'', kann anstelle des Wegverstärkers 23' in das Einspritzventil des I-Typs gemäß Fig. 3 eingesetzt werden. Hier ist der Hubkolben 33'' mit einem topfförmigen Endabschnitt 331'' ausgebildet, der in dem durchmessergrößeren Bohrungsabschnitt 291 im Gehäuseeinsatz 28 axial verschieblich geführt ist. An diesen Endabschnitt 331'' schließt sich ein Hubkolbenabschnitt 332'' mit gegenüber dem Außendurchmesser d_2 des Endabschnitts 331'' reduziertem Außendurchmesser d_1 an, der in dem durchmesserkleineren Bohrungsabschnitt 292 im Gehäuseeinsatz 28 geführt ist. Der Arbeitskolben 30'' ist im Topfinneren des Endabschnitts 331'' des Hubkolbens 33'' axial verschieblich geführt und wiederum durch ein Paket aus zwei Tellerfedern 31 an den Aktor 25 angeordnet, wobei sich die Tellerfedern 31 an einem am Arbeitskolben 30'' ausgebildeten Flansch 302'' und über eine Scheibe 48 an dem Gehäuseeinsatz 28 abstützen. Die zwischen den Verstärkerkolben 30'' und 33'' eingeschlossene Verstärkerkammer 36 weist wiederum den Ringraum 41 auf, der den Hubkolbenabschnitt 332'' umschließt und über eine Verbindungsbohrung 49 mit dem Topfinneren des Endabschnitts 331'' in Verbindung steht.

Diese Verbindungsbohrung 49 setzt sich zusammen aus einer koaxialen Sackbohrung 50, die am Topfboden des Endabschnitts 331" eingebracht ist, und aus zwei diame-
tral verlaufenden Radialbohrungen 51, die in den Hub-
kolbenabschnitt 332" eingebracht sind und in der Sack-
bohrung 50 und im Ringraum 41 münden. Mit den in
Fig. 6 angegebenen Durchmesser von Hubkolben 33"
ergibt sich das Verstärkungsverhältnis und Arbeitskol-
ben 30' zu m" = $d_3^2/d_2^2 - d_1^2$. Wie bei dem Wegverstär-
ker 23' in Fig. 5 sind auch beim Wegverstärker 23" ge-
mäß Fig. 6 die Drosselspalte 37, 38 und 45 vorgesehen,
die mit dem Niederdruckraum 39 in Verbindung stehen.

Der in Fig. 7 im Längsschnitt schematisch dargestell-
te hydraulische Wegverstärker 23" ist gegenüber dem
zuvor zu Fig. 6 beschriebenen Wegverstärker 23" nur
insoweit modifiziert, als die den Arbeitskolben 30" an
den Aktor 25 anlegenden Tellerfedern 31 nunmehr im
Topfinneren des topfförmigen Endabschnitts 331" des
Hubkolbens 33" angeordnet sind und sich einerseits am
Topfboden und andererseits an der dem Topfboden zu-
gekehrten Stirnseite des Arbeitskolbens 30" abstützen.
Zusätzlich kann in Abwandlung zu Fig. 3 die dort an
dem Federteller 24 sich abstützende Ventilschließfeder
22 entfallen und gemäß Fig. 7 in dem Wegverstärker
23" integriert werden. Die Ventilschließfeder 22" stützt
sich dabei an dem am Arbeitskolben 30" ausgebildeten
Flansch 302" und am Aktor 25 ab und legt letzteren
gleichzeitig im oberen Gehäuseteil 13 fest. Aufbau und
Wirkungsweise des Wegverstärkers 23" in Fig. 7 ent-
spricht im übrigen dem Wegverstärker 23" in Fig. 6, so
daß gleiche Bauteile mit gleichen Bezugszeichen ge-
kennzeichnet sind.

Patentansprüche

1. Zumeßventil zur Dosierung von Flüssigkeiten
oder Gasen, insbesondere Einspritzventil für Kraft-
stoff-Einspritzsysteme von Brennkraftmaschinen,
wie direkt einspritzende Dieselmotoren, mit einem
Ventilgehäuse (10) mit Zumeßöffnung (20), mit einer
zusammen mit einem die Zumeßöffnung (20)
umgebenden Ventilsitz (18) die Zumeßöffnung (20)
steuernden Ventilnadel (21), die im Ventilgehäuse
(10) axial verschieblich geführt ist und unter der
Wirkung einer Ventilschließfeder (22) auf dem Ven-
tilsitz (18) aufgedrückt wird, mit einem piezoelektri-
schen oder magnetostriktiven Aktor (25), der die
Ventilnadel (21) gegen die Schließkraft der Ventilsch-
ließfeder (22) axial verschiebt, und mit einem
hydraulischen Wegverstärker (23), der eine schnelle
Längenänderung des Aktors (25) in einen größeren
Hub der Ventilnadel (21) umsetzt und hierzu einen
mit dem Aktor (25) gekoppelten Arbeitskolben (30)
und einen mit der Ventilnadel (21) gekoppelten
Hubkolben (33) sowie eine im Ventilgehäuse (10)
von den darin axial verschieblich geführten Kolben
(30, 33) mit unterschiedlichen Kolbenflächen einge-
schlossene Verstärkerkammer (36) aufweist, da-
durch gekennzeichnet, daß zu seiner Verwendung
als schnelles, nach außen öffnendes Ventil (A-Ven-
til) mit außen am Gehäuse (10) angeordnetem Ven-
tilsitz (18) der vorzugsweise massenklein ausgebil-
dete Hubkolben (33) mit einem im Durchmesser
reduzierten Endabschnitt (331) in eine Ausneh-
mung (32) im Arbeitskolben (30) hineinragt und im
Verstärkerraum (36) eine den Arbeitskolben (30) an
den Aktor (25) anlegende erste Druckfeder (31), die
vorzugsweise als Flachfeder, wie Tellerfeder, aus-

gebildet sich einerseits am Arbeitskolben (30) und
andererseits am Ventilgehäuse (10) abstützt, und
eine den Hubkolben (33) in Gegenrichtung an die
Ventilnadel (21) andrückende zweite Druckfeder
(34), die sich einerseits am Hubkolben (33) und an-
dererseits am Grunde der Ausnehmung (32) im Ar-
beitskolben (30) abstützt, angeordnet sind.

2. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß zwischen dem Arbeitskolben (30) und dem
Ventilgehäuse (10) sowie zwischen dem Hubkolben
(33) und dem Ventilgehäuse (10) jeweils ein flüssig-
keitsgefüllter, hohlzylindrischer Drosselspalt (37,
38) vorgesehen ist und daß die Verstärkerkammer
(36) über die Drosselspalte (37, 38) mit einem flüs-
sigkeitsgefüllten Niederdruckraum (39) in Verbin-
dung steht.

3. Zumeßventil nach dem Oberbegriff des An-
spruchs 1, dadurch gekennzeichnet, daß zu seiner
Verwendung als schnelles, nach innen öffnendes
Ventil (I-Ventil) mit innen im Gehäuse (10) ange-
ordnetem Ventilsitz (18) der Hubkolben (33'; 33")
fest, vorzugsweise einstückig, mit der Ventilnadel
(21) verbunden ist, Hub- und Arbeitskolben (30',
33'; 30", 33") konzentrisch zueinander angeordnet
sind, die Verstärkerkammer (36) einen an dem vom
Aktor (25) abgekehrten Ende des Arbeitskolbens
(30'; 30") den Hubkolben (33'; 33") umschließenden
Ringraum (41) aufweist und eine den Arbeitskolben
(30'; 30") an den Aktor (25) anlegende, vorzugswei-
se als Flachfeder, wie Tellerfeder, ausgebildete
Druckfeder (31) sich einerseits am Arbeitskolben
(30'; 30") und andererseits am Ventilgehäuse (10)
abstützt.

4. Ventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,
daß der Arbeitskolben (30') hohlzylindrisch ausge-
bildet und der Hubkolben (33') mit einem Endab-
schnitt (331') im Arbeitskolben (30') axial ver-
schieblich geführt ist, daß an den Endabschnitt
(331') des Hubkolbens (33') sich ein Hubkolbenab-
schnitt (332') mit demgegenüber reduziertem
Durchmesser anschließt und daß der Ringraum (41)
der Verstärkerkammer (36) den durchmesserklei-
neren Hubkolbenabschnitt (332') umschließt und
auf seiner einen Stirnseite von dem hohlzylindri-
schen Arbeitskolben (30') und dem Endabschnitt
(331') des Hubkolbens (33') und auf seiner anderen
Stirnseite vom Ventilgehäuse (10) begrenzt ist.

5. Ventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,
daß der hohlzylindrische Arbeitskolben (30') nahe
seinem dem Aktor (25) zugekehrten Ende eine nach
innen vorspringende Radialschulter (47) aufweist
und daß sich die Ventilschließfeder (22') einerseits
an der Radialschulter (47) und andererseits an dem
dieser zugekehrten Stirnende des Hubkolbens (33')
abstützt.

6. Ventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,
daß der Hubkolben (33") einen topfförmig ausge-
bildeten Endabschnitt (331"), in dem der Arbeits-
kolben (30") axial verschieblich geführt ist, und ei-
nen sich daran anschließenden Hubkolbenabschnitt
(332") aufweist, dessen Außendurchmesser gegen-
über dem Außendurchmesser des Endabschnitts
(331") reduziert ist, und daß der Ringraum (41) der
Verstärkerkammer (36) den durchmesserkleineren
Hubkolbenabschnitt (332") umschließt, auf seiner
einen Stirnseite von dem Endabschnitt (331") des
Hubkolbens (33") und auf seiner anderen Stirnseite
von dem Ventilgehäuse (10) begrenzt ist und über

mindestens eine durchmessergröße Verbindungsbohrung (49) mit dem Topfinneren des Endabschnitts (331'') in Verbindung steht.

7. Ventil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die durchmessergröße Verbindungsbohrung (49) mindestens eine in den Topfboden des topfförmigen Endabschnitts (331'') des Hubkolbens (33'') eingesenkte axiale Sackbohrung (50) und mindestens eine in dieser mündende, in den im Durchmesser reduzierten Hubkolbenabschnitt (332'') eingebrachte Radialbohrung (51) aufweist.

8. Ventil nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die den Arbeitskolben (30'') an den Aktor (25) anlegende Druckfeder sich anstatt am Ventilgehäuse (10) an dem inneren Topfboden des Endabschnitts (331'') des Hubkolbens (33'') abstützt.

9. Ventil nach einem der Ansprüche 3—8, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Arbeitskolben (30'; 30'') und dem Ventilgehäuse (10), zwischen dem Hubkolben (33'; 33'') und dem Ventilgehäuse (10) und den konzentrischen, aneinandergleitenden Abschnitten von Arbeits- und Hubkolben (30', 33'; 30'', 33'') jeweils ein flüssigkeitsgefüllter, hohlzylindrischer Drosselspalt (37, 38, 45) vorgesehen ist und daß die Verstärkerkammer (36) mit Ringraum (41) über die Drosselspalte (37, 38, 45) mit einem flüssigkeitsgefüllten Niederdruckraum (39) in Verbindung steht.

10. Ventil nach einem der Ansprüche 1—9, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck in der Verstärkerkammer (36) größer bemessen ist als der Dampfdruck der die Verstärkerkammer (36) ausfüllenden Flüssigkeit.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

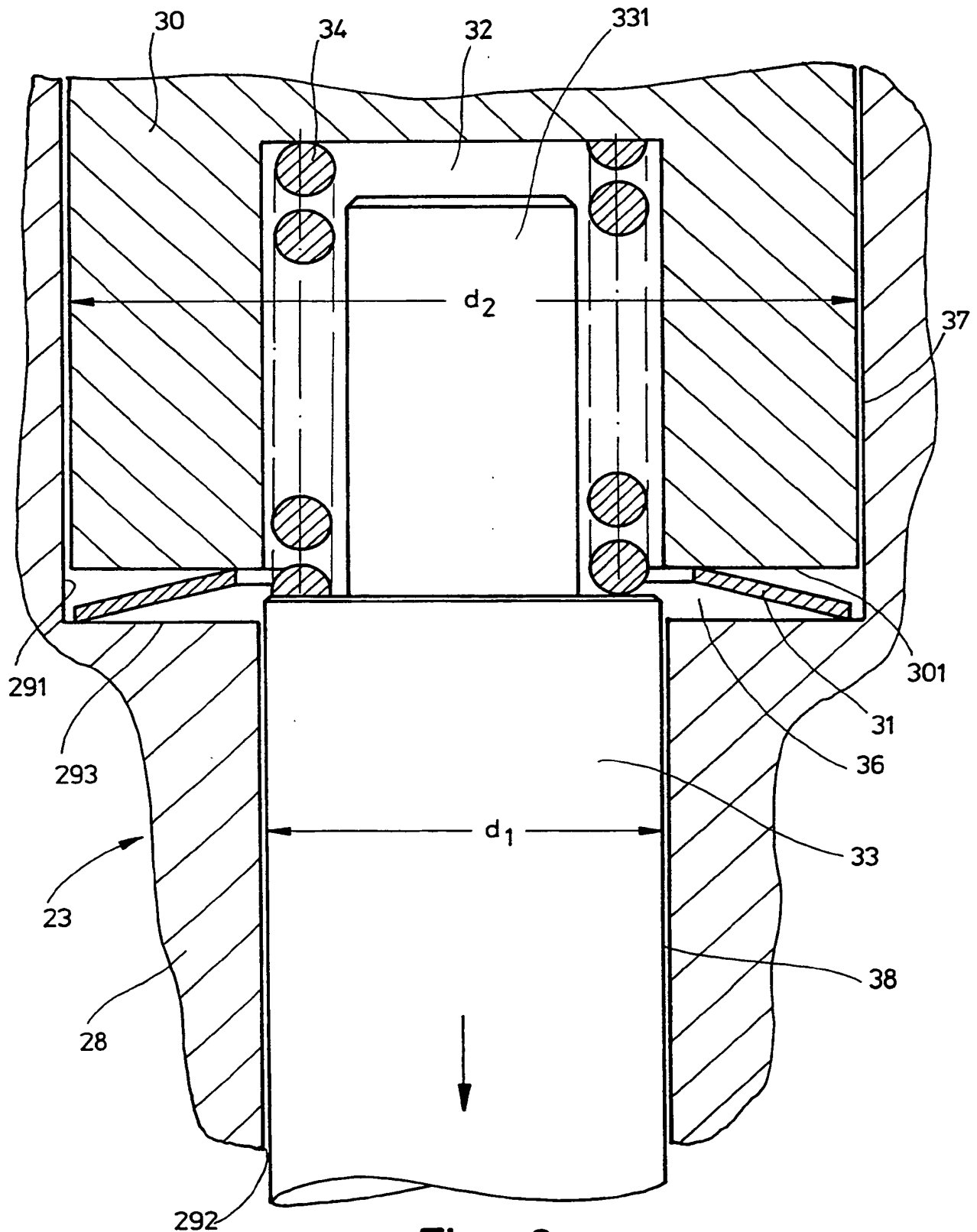
50

55

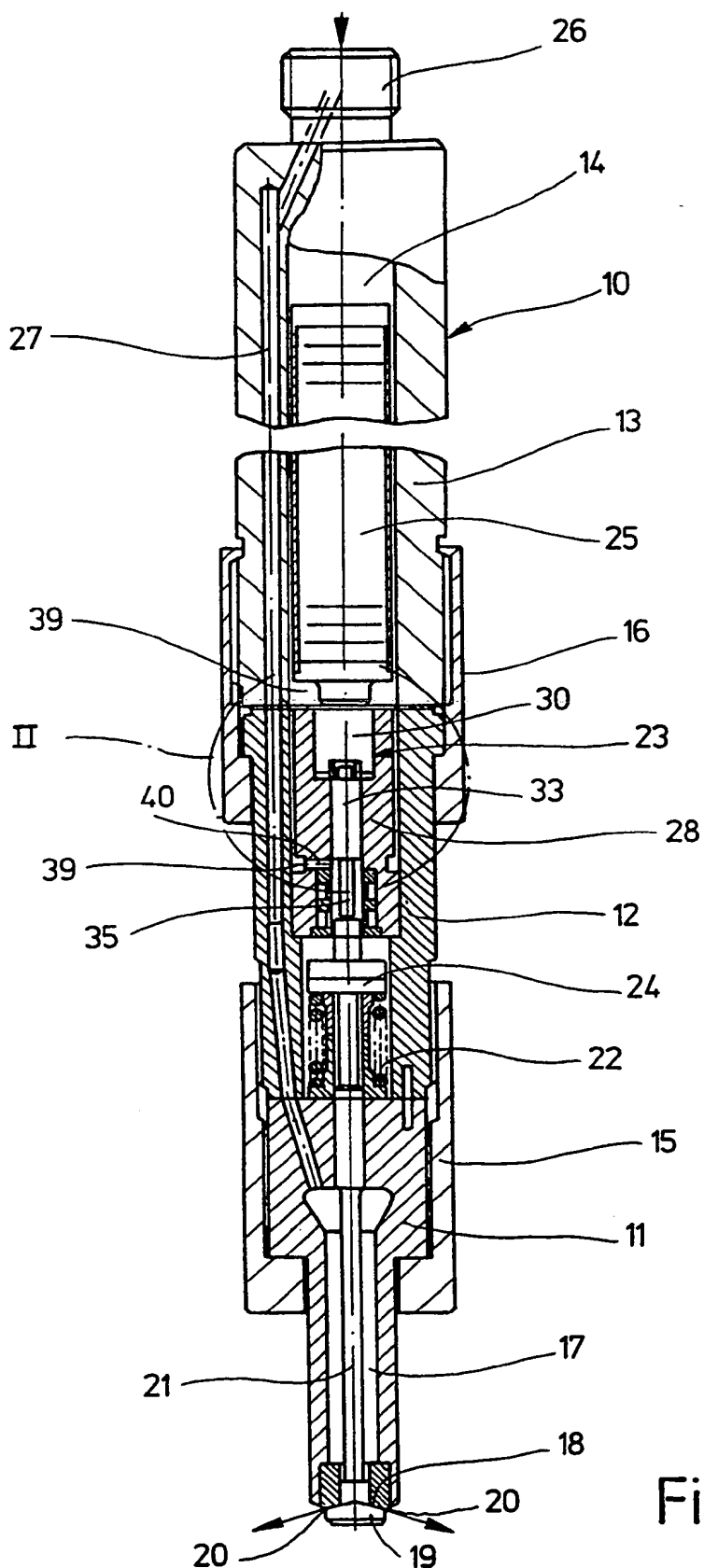
60

65

- Leerseite -



* Fig. 2



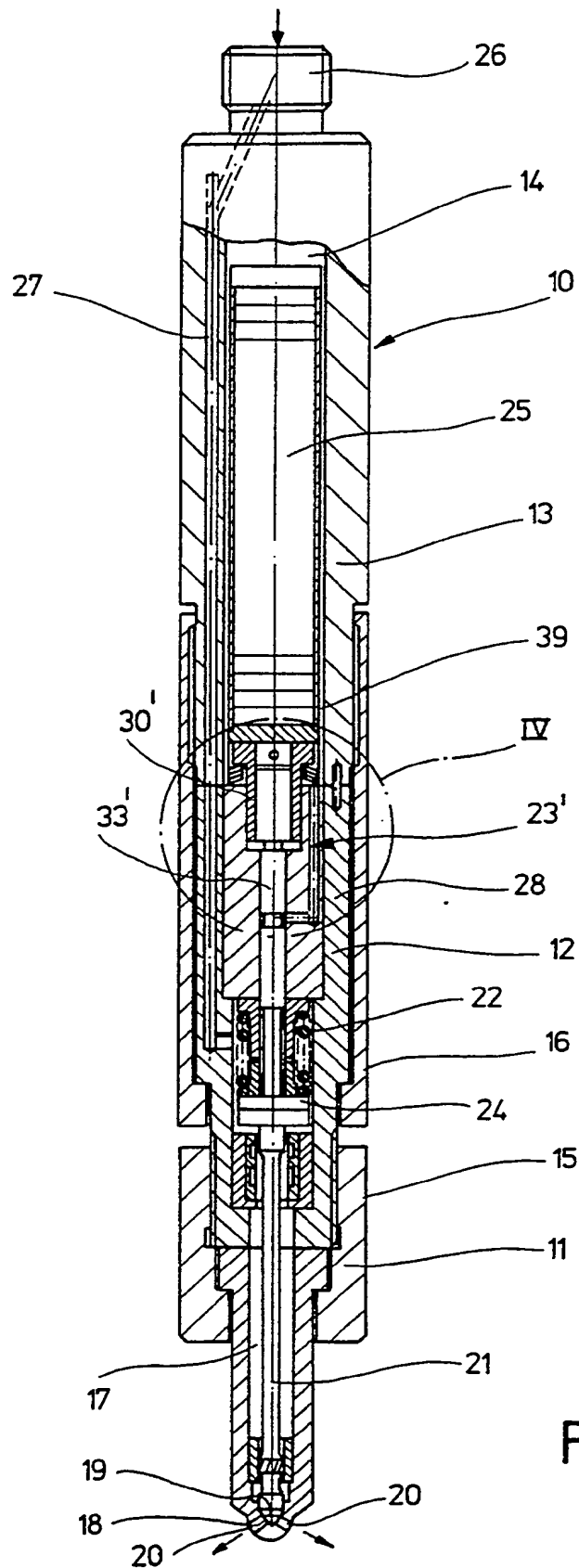
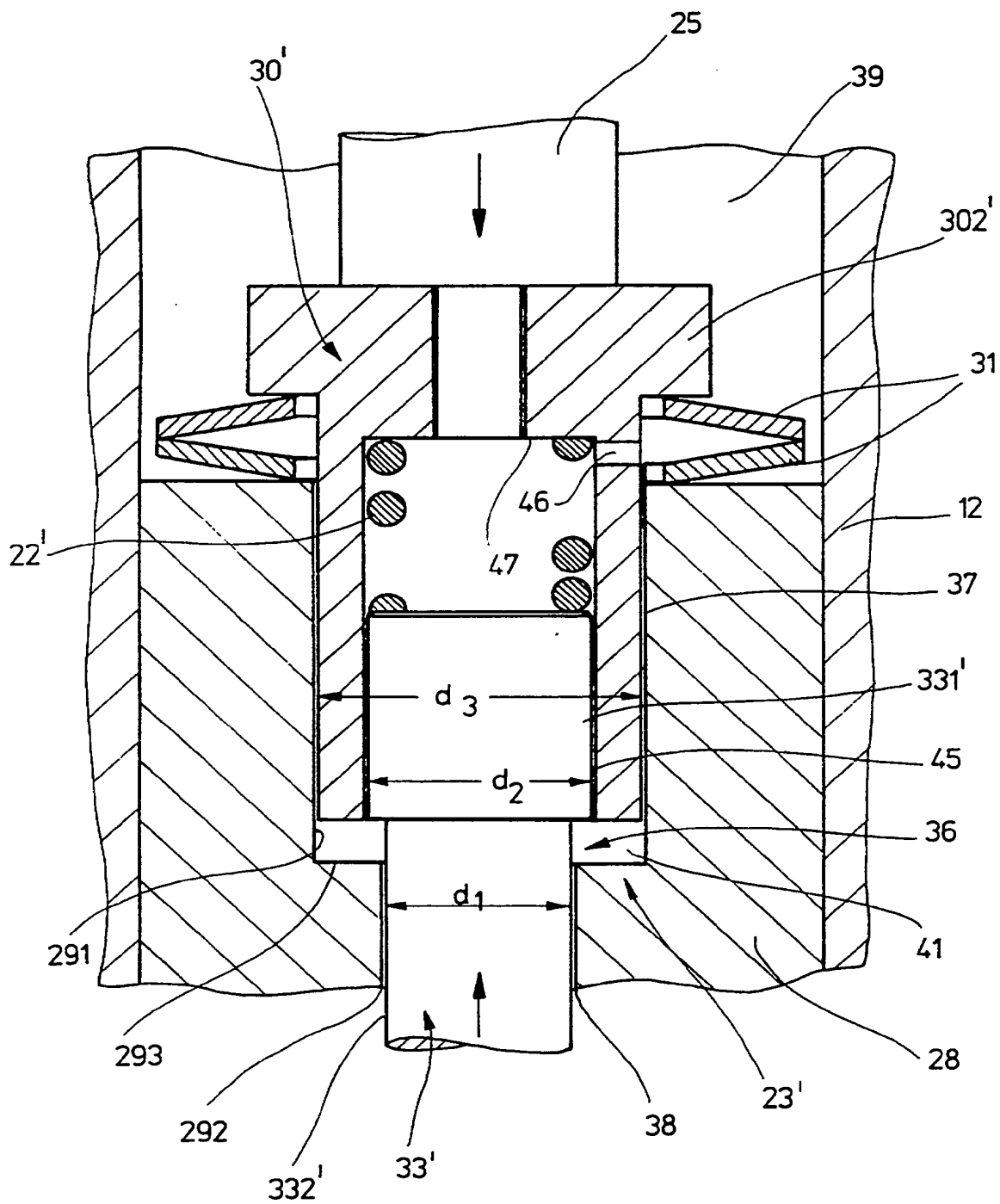


Fig. 3



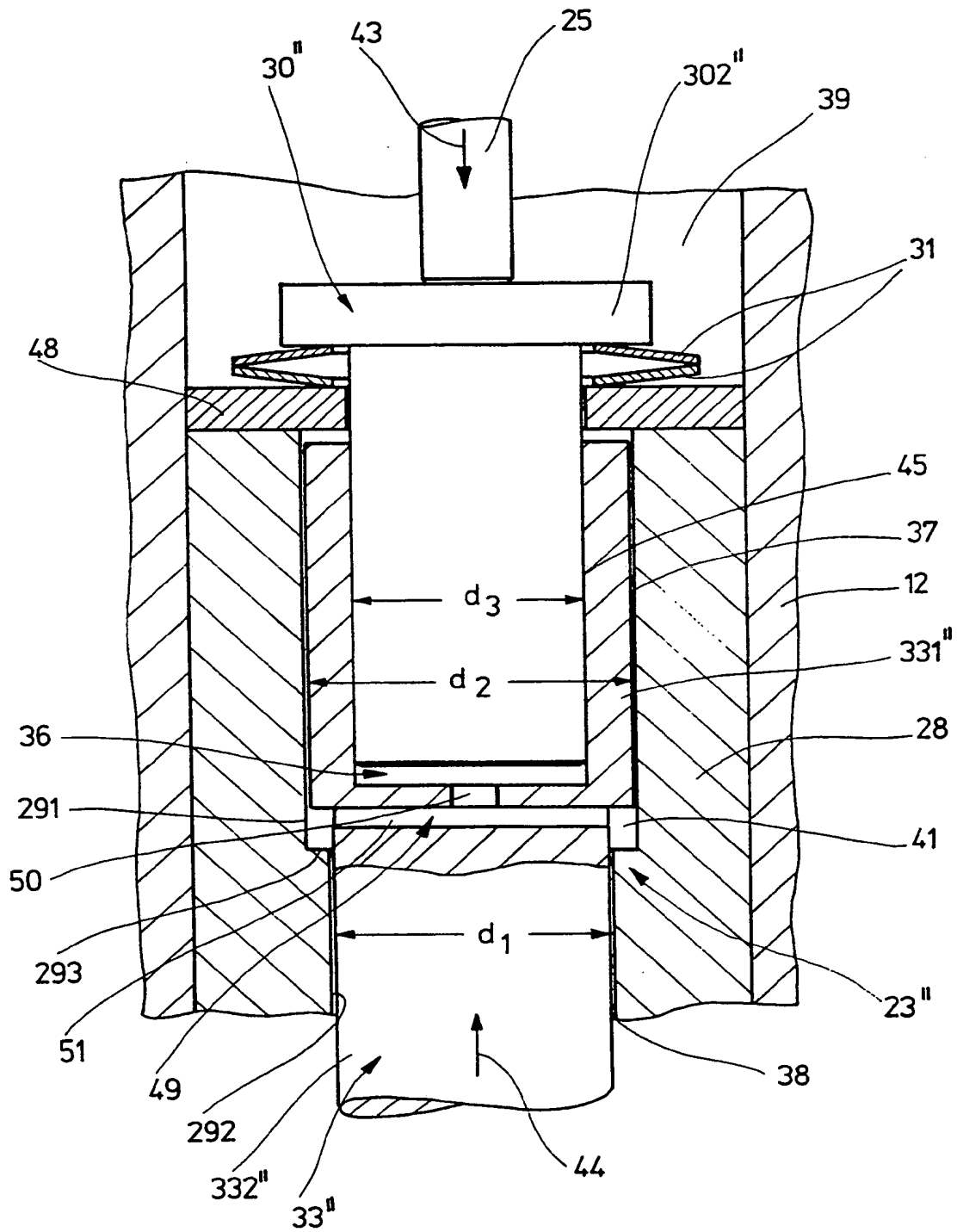


Fig. 6

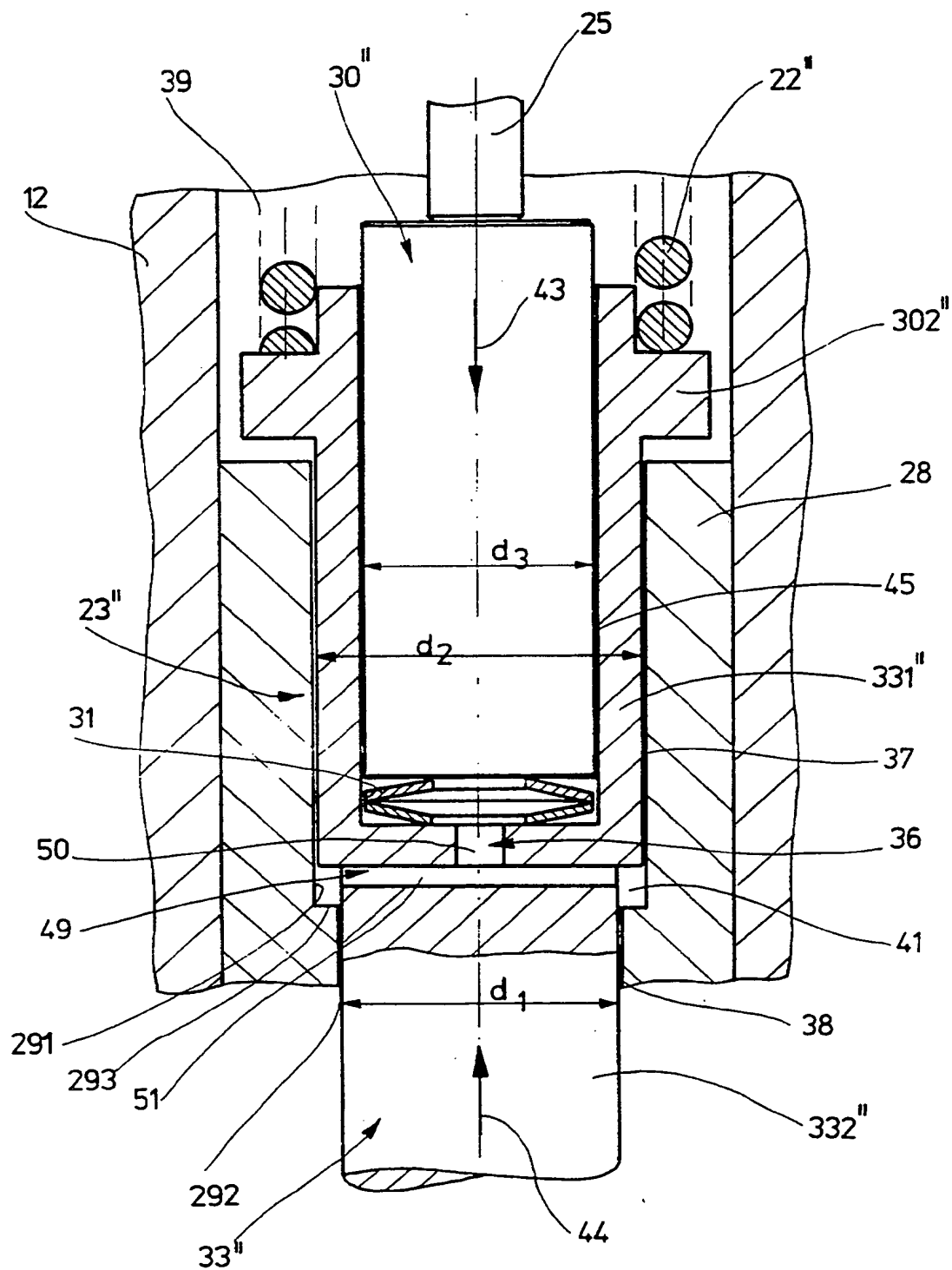


Fig. 7